

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-060736

(43)Date of publication of application : 06.03.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/024

H01S 5/40

(21)Application number : 11-235515

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 23.08.1999

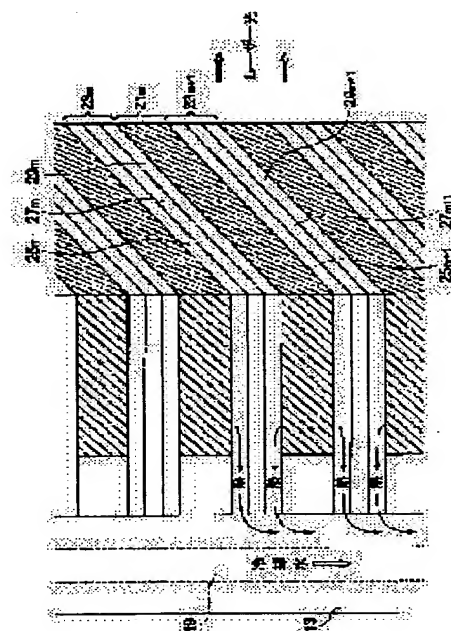
(72)Inventor : MIYAJIMA HIROBUMI
SUGA HIROBUMI

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stacked semiconductor laser device for realizing a high output and a long life.

SOLUTION: In this stacked semiconductor laser device, a semiconductor laser array 21 (21m) in which laser outgoing points are one-dimensionally arrayed and a heat sink 23 (23m, 23m+1) for supporting the semiconductor laser array 21 interposed from the both faces are alternately laminated. In this case, the heat sink 23 is constituted as a layer-shaped structure in which a low expansion layer 27 (27m, 27m+1) whose at least longitudinal linear expansion coefficient is smaller than that of the main constituting materials of the semiconductor laser array 21 is interposed between thermal conductive layers 25 (25m, 25m+1) and 29 (29m, 29m+1), whose thermal conductivity is higher than that of the main constituting materials of the semiconductor laser array 21 from the both faces. Thus, high heat radiating characteristics can be held, and any distortion can be prevented from being generated in the longitudinal direction of the laser array 21.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-60736

(P2001-60736A)

(43)公開日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/024
5/40

識別記号

F I

H 0 1 S 5/024
5/40

テーマコード(参考)

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-235515

(22)出願日 平成11年8月23日(1999.8.23)

(71)出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72)発明者 宮島 博文

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 菅 博文

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(74)代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

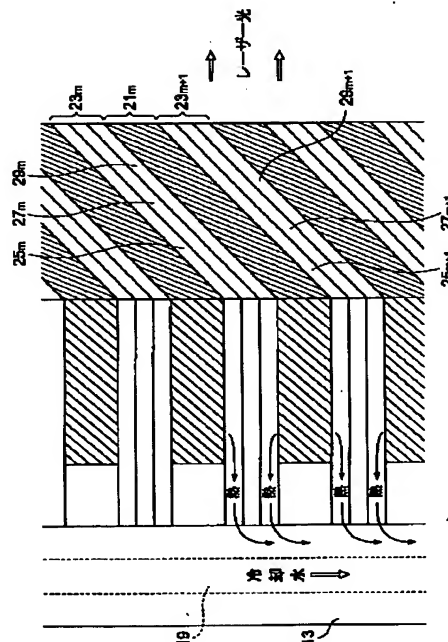
Fターム(参考) 5F073 AB02 EA24 EA29 FA14 FA15
FA26

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、高出力かつ長寿命を実現するスタック型の半導体レーザ装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明による半導体レーザ装置は、レーザ射出点が一次元に配列された半導体レーザアレイ(21)と、半導体レーザアレイ(21)を両面から挟んで支持するヒートシンク(23)とが交互に積層されたスタック型の半導体レーザ装置であり、上記ヒートシンク(23)は、少なくとも長手方向の線膨張係数が半導体レーザアレイ(21)の主構成材料より小さい低膨張層(27)を、熱伝導率が半導体レーザアレイ(21)の主構成材料より高い熱伝導層(25)及び(29)で両面から挟み込む層状構造であることを特徴とする。この装置によれば、高い放熱特性を保持しつつ、レーザアレイ(21)の長手方向に歪みが生じることを防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 長手方向に沿う一つの側面においてレーザ射出点が一次元に配列された半導体レーザアレイと、前記長手方向に沿い前記一つの側面に交差する両面から前記半導体レーザアレイを挟んで支持するヒートシンクとが交互に積層された半導体レーザ装置であって、前記ヒートシンクは、熱伝導率が前記半導体レーザアレイの主構成材料より高い熱伝導層によって、少なくとも前記長手方向の線膨張係数が前記半導体レーザアレイの主構成材料より小さい低膨張層を、前記長手方向に沿い前記一つの側面に交差する両面から挟み込む層状構造であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記熱伝導層は銅を主成分とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記低膨張層はアンバーを主成分とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記半導体レーザアレイと前記ヒートシンクとが積層された積層体の前記一つの側面の反対面に、少なくとも前記ヒートシンクと接する冷却部を備える請求項 1～3 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記ヒートシンクは、少なくとも前記長手方向の線膨張係数が $7.0 \times 10^{-6}/K$ 以下である請求項 1～4 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記ヒートシンクは、熱伝導率が $200 W/(m \cdot K)$ 以上である請求項 1～5 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】 前記ヒートシンクは、前記長手方向に交差し前記一つの側面に沿う方向の厚さが $1.5 mm$ 以下である請求項 1～6 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】 前記ヒートシンクは、前記長手方向に交差し前記一つの側面に沿う方向において、前記低膨張層と、前記低膨張層を挟み込む前記熱伝導層との厚さの比が $1:3:1 \sim 3:4:3$ の範囲である請求項 1～7 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体レーザ装置に関し、特に高出力かつ長寿命を実現するスタック型の半導体レーザ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体レーザ装置において、レーザ発振に伴う発熱等によってレーザ素子の温度が上昇すると、レーザ素子の寿命特性が低下する。そのため、熱伝導率の高い物質からなるヒートシンクにレーザ素子がマウントされ、ヒートシンクを通して放熱することによりレーザ素子の温度上昇が抑制される。例えば特開平 05-037089 号では、図 5 に示されるように、半導体レーザ素子 41 の上下両電極 43 の外側にヒートシンク 45 を設けて、上下両面から放熱する半導体レーザ装置が開

示されている。また、例えば特開平 11-121859 号では、図 6 に示されるように、長手方向に沿う一つの側面においてレーザ射出点が一次元に配列された半導体レーザアレイ 51 がヒートシンク 53 を挟んで積層されたスタック型の半導体レーザ装置が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 スタック型の半導体レーザ装置の高出力化及び高集積化に伴い、レーザ素子の発熱の問題が深刻になっている。例えば、60～70 個のレーザ射出点を有する長さ $10 mm$ の一次元高出力レーザアレイにおいて、投入電力の約 50～60% が熱となるため、熱密度は約 $50 W/mm^3$ となり通常の電子機器の数万から数十万倍になる。そのため、ヒートシンクには一次元レーザアレイから大量に放熱できることが要求される。また、一次元レーザアレイの長手方向（一次元レーザアレイにおけるレーザ射出点の配列方向）におけるヒートシンクの線膨張係数が一次元レーザアレイの主構成材料と大きく異なると、接触応力によって一次元レーザアレイの長手方向に歪みが生じて寿命特性を著しく低下させる。そのため、一次元レーザアレイとヒートシンクとの間に、少なくとも長手方向における線膨張係数の整合性が要求される。

【0004】 しかしながら、銅のように熱伝導率の高い金属は、線膨張係数が一次元レーザアレイの主構成材料（GaAs 等）よりはるかに大きい。また、CuW 合金は、組成比を制御することによって線膨張係数を一次元レーザアレイの主構成材料と同程度にすることができるが、銅と比較して熱伝導率はるかに低い。そのため、従来のヒートシンクを用いるスタック型の半導体レーザ装置は、レーザ素子が劣化しやすく、長時間にわたって高い出力を発生することが困難であった。

【0005】 本発明はかかる課題を解決して、高出力かつ長寿命を実現するスタック型の半導体レーザ装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明による半導体レーザ装置は、長手方向に沿う一つの側面においてレーザ射出点が一次元に配列された半導体レーザアレイと、長手方向に沿い上記一つの側面に交差する両面から半導体レーザアレイを挟んで支持するヒートシンクとが交互に積層された半導体レーザ装置であって、上記ヒートシンクは、熱伝導率が半導体レーザアレイの主構成材料より高い熱伝導層によって、少なくとも長手方向の線膨張係数が半導体レーザアレイの主構成材料より小さい低膨張層を、長手方向に沿い上記一つの側面に交差する両面から挟み込む層状構造であることを特徴とする。この装置によれば、ヒートシンクにおいて熱伝導率の高い熱伝導層が一次元レーザアレイから大量に放熱してレーザ素子の温度上昇を防止し、かつ、低膨張層が熱伝導層の熱膨張を抑制して一次元レーザアレイの長手方向に歪みが生じ

ることを防止するため、高出力かつ長寿命を実現することができる。

【0007】熱伝導層は銅を主成分とすることが熱伝導及び電気伝導等の点で好ましく、低膨張層はアンバー(36wt%Ni-Fe)を主成分とすることが線膨張係数等の点で好ましい。

【0008】半導体レーザアレイとヒートシンクとが積層された積層体の上記一つの側面の反対面に、少なくともヒートシンクと接する冷却部を備えることが好ましい。この場合、積層体の背面方向に放熱されるため、ヒートシンクからの放熱を効率よく行なうことができ、一次元レーザアレイの長手方向に温度差が生じにくい。

【0009】接触応力による一次元レーザアレイの長手方向の歪みを有効に防止するため、ヒートシンク全体として、少なくとも長手方向の線膨張係数が $7.0 \times 10^{-6}/K$ 以下であることが好ましく、レーザ素子の温度上昇を防止するため、ヒートシンク全体として、熱伝導率が $200W/(m \cdot K)$ 以上であることが好ましい。半導体レーザ装置の高集積化及び小型化のために、ヒートシンクは、長手方向に交差し上記一つの側面に沿う方向の厚さが1.5mm以下であることが好ましい。また、熱伝導率及び線膨張係数等の点から、長手方向に交差し上記一つの側面に沿う方向において、低膨張層と、低膨張層を挟み込む熱伝導層との厚さの比が1:3:1~3:4:3の範囲であることが好ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は、本発明によるスタック型の半導体レーザ装置の実施形態の斜視図である。この半導体レーザ装置11は、複数(本実施形態では5層)の一次元半導体レーザアレイ21₁~21_nと、複数(本実施形態では6層)のヒートシンク23₁~23_{n+1}とが交互に積層された積層体であるスタック構造を有している。

【0011】各レーザアレイ21₁~21_nのレーザ射出面の長手方向の長さは各ヒートシンク23₁~23_{n+1}の長手方向の長さと同様に積層されている。ヒートシンク23₁~23_{n+1}の奥行き方向(長手方向及びレーザ射出面と交差する方向)の長さはレーザアレイ21₁~21_nの奥行き方向の長さより長く、ヒートシンク23₁~23_{n+1}の背面(レーザ射出面の反対面)に、長手方向及び高さ方向(長手方向と交差しレーザ射出面に沿う方向)の長さが上記積層体(スタック)と同一である絶縁性冷却板13が設置されている。絶縁性冷却板13は内部に冷却水路19を包含し、冷却水導入口及び冷却水導出口(図示せず)を介して冷却水が循環する。最上層のヒートシンク23₁の上層及び最下層のヒートシンク23_{n+1}の下層に、長手方向の長さが上記積層体と同一である電極板15及び17が設置され、導電コード(図示せず)を介して駆動電源(図示せず)と接続されている。

【0012】駆動電源(図示せず)によって駆動電流が供給されるとスタック型の半導体レーザ装置11は作動する。すなわち、導電コード(図示せず)並びに電極板15及び17を通して各レーザアレイ21₁~21_nに電流が供給され、レーザ光が射出される。各レーザアレイ21₁~21_nが一次的にレーザ光を射出し、スタック全体として二次的に広範囲にわたってレーザ光が射出される。このとき、各レーザアレイ21₁~21_nは上面および下面に接するヒートシンク23₁~23_{n+1}を介して絶縁性冷却板13によって冷却される。

【0013】図2は、図1に示されたスタック型の半導体レーザ装置の作動時における一次元半導体レーザアレイ21_m及びヒートシンク23_m及び23_{m+1}の拡大図である。ヒートシンク23_m(並びにヒートシンク23_{m+1})は、低膨張層27_m(27_{m+1})を熱伝導層25_m(25_{m+1})及び29_m(29_{m+1})で両面から挟み込むクラッド材であり、3層構造を有している。レーザアレイ21_mは上下からヒートシンク23_m及び23_{m+1}に挟み込まれて支持され、レーザアレイ21_mの上下両面は熱伝導層29_m及び熱伝導層25_{m+1}と完全に接触している。

【0014】図2において、レーザアレイ21_mで発生する熱は、レーザアレイ21_mの上面及び下面に接するヒートシンク23_m及び23_{m+1}の熱伝導層29_m及び25_{m+1}を介して、絶縁性冷却板23に放熱される。熱が背面方向に伝達されるため、レーザアレイ21_mの長手方向において温度差は生じにくく、レーザアレイ21_mの部分的な劣化が起こりにくい。熱伝導層29_m及び25_{m+1}は熱伝導率が高く、高出力下であっても大量の熱を伝達することができる。また、絶縁性冷却板13は、内部の冷却水路19を冷却水が循環しており、長時間にわたって一定の冷却効果を保持できる。低膨張層27_m及び27_{m+1}は、温度上昇によってもほとんど熱膨張を起こさず、熱伝導層29_m及び25_{m+1}が長手方向に熱膨張することを抑制する役目を果たす。それゆえ、レーザアレイ21_mとヒートシンク23_m及び23_{m+1}の接触面の応力が緩和され、長手方向の歪みによるレーザアレイ21_mの劣化を防止することができる。

【0015】図3は、本実施形態において好適に用いられる一次元レーザアレイ21の斜視図である。一次元レーザアレイ21は、60~70個の半導体レーザ素子31が、p型キャップ層33及びn型GaAs層35間にサンドイッチ状に挟まれ一体化して形成された長さ約10mmの高出力レーザバーであり、一つの側面においてレーザ射出点が数百μm間隔で一次元に配列されている。レーザアレイ21において各レーザ素子31は電氣的に並列に接続されており、順方向にしきい値以上の電流が流されると、レーザ光射出面から一次的な高出力レーザ光が発振される。レーザアレイ21の主構成材料はGaAsであり、長手方向の線膨張係数は5.7~

7. $0 \times 10^{-6} / \text{K}$ である。

【0016】本発明による半導体レーザ装置に用いられる一次元レーザアレイは、主構成材料としてGaAs系半導体を用いることが好ましいが、他の半導体材料を用いることもできる。また、本実施形態のようなレーザバーではなく、他の方法によって一次元にアレイ化されたもの（例えば、複数のレーザ素子が基板上に一次元に配列されたもの）であってもよい。高出力化等の点からレーザ射出点が19個以上であるのが好ましく、高集積化等の点から長さは10mm以下であることが好ましい。

【0017】図4は、本実施形態において好適に用いられるヒートシンク23の斜視図である。ヒートシンク23は、アンバーを主成分とする低膨張層27を、銅を主成分とする熱伝導層25及び29で上下両面から挟み込んで被覆又は圧着した3層クラッドメタルである。ヒートシンク23の厚さは1.0mmであり、各層の厚さの比は熱伝導層25：低膨張層27：熱伝導層29＝1：3：1である。

【0018】本実施形態によるヒートシンク23の熱伝導層25及び29に用いられる銅(Cu)は、熱伝導率が高く($393 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$)熱の良導体である。また、電気伝導率も高いため熱発生を減少させることができる。一方、低膨張層27に用いられるアンバー(invar：インバー、インバルともいう)は36wt% Ni-Fe合金であり、アンバー現象と呼ばれる磁気特性を有するため線膨張係数が著しく小さい($1 \sim 2 \times 10^{-6} / \text{K}$)。この低膨張層27を熱伝導層25及び29で両面から挟み込んで被覆又は圧着して層状クラッド構造とすることによって、熱伝導層25及び29による高い放熱特性を維持しつつ熱伝導層25及び29の熱膨張を抑制することができる。本実施形態によるヒートシンク23は熱伝導層(銅層)25及び29と低膨張層(アンバー層)27との厚さの比が1：3：1であり、ヒートシンク23全体として、熱伝導率は $350 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ と高い値を維持しながら、線膨張係数は $6.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ とレーザ素子材料(GaAs等)とほぼ等しくなる。

【0019】本発明による半導体レーザ装置に用いられるヒートシンクにおいて、熱伝導層は銅を主成分とすることが好ましいが、高い熱伝導及び電気伝導特性を有する他の金属を用いることもできる。低膨張層はアンバーを主成分とすることが好ましいが、モリブデン(Mo)のように線膨張係数が小さい他の金属等を用いることもできる。接触応力による一次元レーザアレイの長手方向

の歪みを有効に防止するため、ヒートシンク全体として、少なくとも長手方向の線膨張係数が $7.0 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下であることが好ましい。また、レーザ素子の温度上昇を防止するため、ヒートシンク全体として、熱伝導率が $200 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であることが好ましい。半導体レーザ装置の高集積化及び小型化のために、ヒートシンクの厚さは1.5mm以下であることが好ましく、熱伝導率及び線膨張係数等の点から、低膨張層とそれを挟み込む熱伝導層との厚さの比が1：3：1～3：4：3の範囲であることが好ましい。

【0020】

【発明の効果】本発明の半導体レーザ装置によれば、ヒートシンクにおいて熱伝導率の高い熱伝導層が一次元レーザアレイから大量に放熱してレーザ素子の温度上昇を防止し、かつ、低膨張層が熱伝導層の熱膨張を抑制して一次元レーザアレイの長手方向に歪みが生じることを防止する。このように高い放熱特性と歪み発生の低減とを同時に備えるため、本発明による半導体レーザ装置は、高出力及び長寿命を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるスタック型の半導体レーザ装置の実施形態の斜視図である。

【図2】図1に示されたスタック型の半導体レーザ装置の作動時における一次元半導体レーザアレイ及びヒートシンクの拡大図である。

【図3】本実施形態において好適に用いられる一次元レーザアレイの斜視図である。

【図4】本実施形態において好適に用いられるヒートシンクの斜視図である。

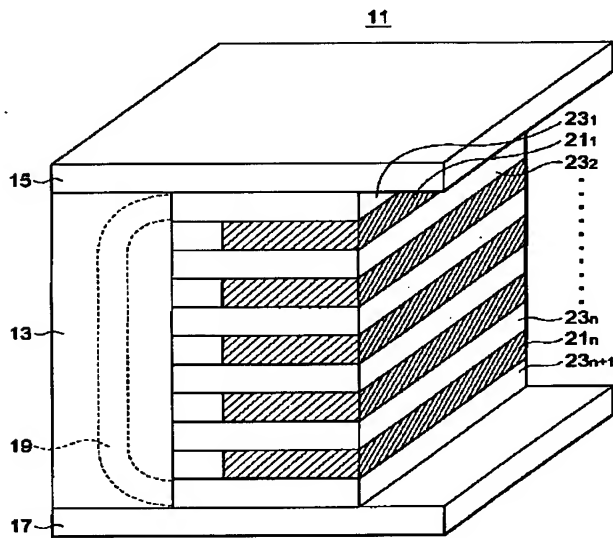
【図5】レーザ素子がヒートシンクに挟み込まれた従来の半導体レーザ装置の斜視図である。

【図6】一次元半導体レーザアレイとヒートシンクとが交互に積層された従来のスタック型の半導体レーザ装置の斜視図である。

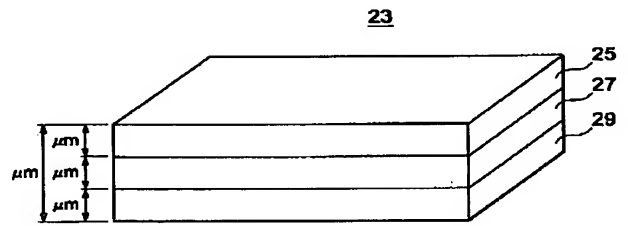
【符号の説明】

11…半導体レーザ装置、13…絶縁性冷却板、15、17…電極板、19…冷却水路、21、21i～21n…一次元半導体レーザアレイ、23、23i～23n+1…ヒートシンク、25…熱伝導層、27…低膨張層、29…熱伝導層、31…半導体レーザ素子、33…p型キャップ層、35…n型GaAs層、41…半導体レーザ素子、43…電極、45…ヒートシンク、51…一次元半導体レーザアレイ、53…ヒートシンク

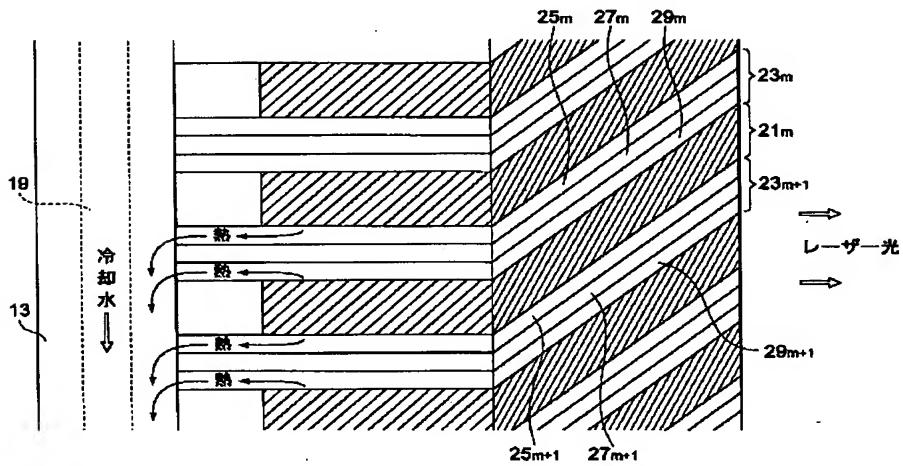
【図1】



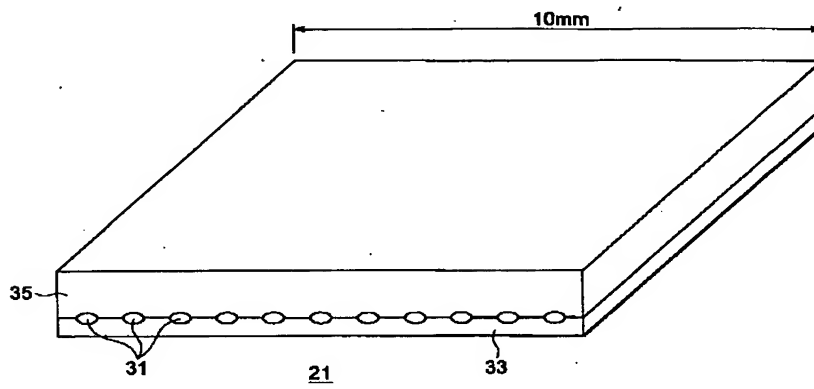
【図4】



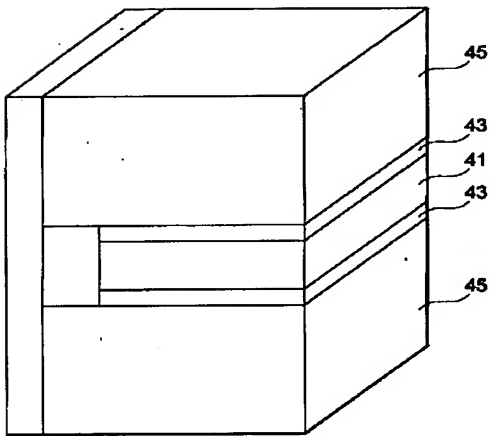
【図2】



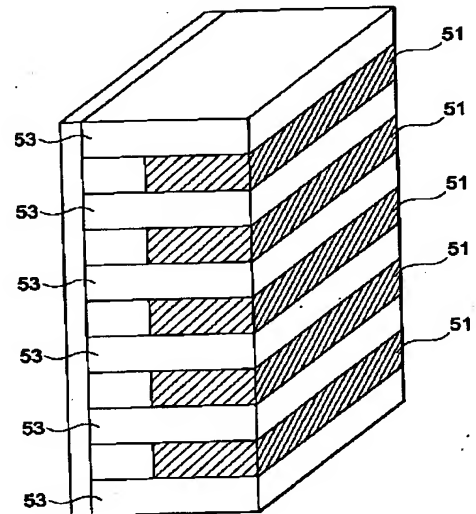
【図 3】



【図 5】



【図 6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.